



TUGAS AKHIR - TM 145502

PENGUNAAN ARTSOFT MACH3 UNTUK SISTEM GERAK PADA SIMULATOR CNC

MOCH ZAENUL ARIFIN
NRP 2112 030 093

Dosen Pembimbing
Dr.HENDRO NURHADI, Dipl,-Ing., Ph.D.
NIP: 19751120 2002121 002

Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



TUGAS AKHIR - TM 145502

ARTISOFT MACH3 USED FOR MOTION SYSTEM ON CNC
SIMULATOR

MOCH ZAENUL ARIFIN
NRP 2112 030 093

Counselor Lecturer
Dr.HENDRO NURHADI, Dipl,-Ing., Ph.D.
NIP: 19751120 2002121 002

Diplome III Program Mechanical Engineering Department
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

“PENGUNAAN ARTSOFT MACH3 UNTUK SISTEM GERAK PADA SIMULATOR CNC”

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik Mesin
pada
Bidang Studi Manufaktur
Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :

MOCH ZAENUL ARIFIN

NRP. 2112 030 093

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :



Dr. Hendro Nuhadi, Dipl.-ing., Ph.D

NIP. 19751120 2002121 002

SURABAYA, JANUARI 2016

PENGUNAAN ARTSOFT MACH3 UNTUK SISTEM GERAK PADA SIMULATOR MACH3

Nama Mahasiswa : Moch Zaenul Arifin
NRP : 2112030093
Jurusan : D3 Teknik Mesin FTI-ITS
Dosen Pembimbing : Dr.Hendro Nurhadi, Dipl.-Ing., Ph.D.

ABSTRAK

Pada zaman yang modern ini perkembangan teknologi dengan menggunakan komputer sangat diperlukan, oleh karna itu seiring perkembangan pengetahuan masyarakat tentang Personal Computer yang sangat pesat membuat perangkat ini mampu diintegrasikan langsung dengan mesin perkakas menggunakan perintah berupa Numerical Control (NC) yang disebut PC Based CNC.

Penggunaan mach3 sebagai sumber masukan dapat dilakukan dengan memodifikasi wiring CN1,lalu mengatur parameter pada mode posisi kontrol. Setelah itu penggunaan breakoutboard diperukan sebagai pembaca masukan dan keluaran dari mach3 ke driver serta ke motor servo ac yang digunakan, lalu pengaturan pada pin – pin yang digunakan pada mach3. Pengujian dilakukan untuk mengetahui keakurasian gerak pada motor servo ac berdasarkan perintah yang dimasukan dari software mach3.

Dari uji coba gerak setiap sumbu dipatkan, gerak sumbu X sejauh 19,23mm, dengan garis yang terbentuk bergelombang. Selisih pada masukan dalam kolom input dan hasil sebesar $\pm 0,77\text{mm}$ pada sumbu Y menghasilkan diameter rata - rata sebesar 45,03mm, sehingga memiliki selisih $\pm 0,44\text{mm}$ pada sumbu X dan $\pm 0,03$ pada sumbu Y dengan program G – code yang ditentukan.

Kata kunci : software Mach3, sumbu X dan Y, wiring dan motor servo AC

ARTSOFT MACH3 USE FOR MOTION SISTEM ON CNC SIMULATOR

Student Name : Moch Zaenul Arifin
NRP : 2112030093
Department : D3 Teknik Mesin FTI-ITS
Conselor Lecturer : Dr.Hendro Nurhadi, Dipl.-Ing., Ph.D.

ABSTRACT

In the modern era of technology development by using a computer is necessary, by because it is in line with the development of public knowledge about the Personal Computer which very rapidly makes this device can be integrated directly with the machine tool using a command such as Numerical Control (NC) called PC Based CNC

After the design of wiring between an AC servo motor and driver is reached , the setting in the driver is set at the position control mode , the settings in the software mach3 done by matching pin - pin is used as input and output lines command of mach3. kemudian conducted trials on each axis of motion CNC simulator .

From trial each axis have result , the X axis motion 19,23mm so far , with a wavy line formed . The difference in input in the input field and the results of $\pm 0,77$ mm on the Y axis produces the diameter of the average - average of 45,03mm , so it has a difference of $\pm 0,44$ mm on the X axis and Y axis ± 0.03 at the program G - code determined .

Keywords: software Mach3, axes X and Y, wiring and AC servo motors

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr . Wb

Segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh pengerjaan Tugas Akhir ini dengan judul **“PENGUNAAN ARTSOFT MACH3 UNTUK SISTEM GERAK PADA SIMULATOR CNC”**. Sekiranya bila masih memiliki kekurangan pada pengerjaan Tugas Akhir ini penulis mohon maaf yang sebesar besarnya.

Adapun pengerjaan Tugas Akhir ini bertujuan untuk menyelesaikan studi guna mendapatkan gelar Ahli Madya di Program Studi Diploma III Teknik Mesin FTI – ITS.

Dari awal mula pengerjaan Tugas Akhir ini, banyak dorongan yang penulis dapatkan serta inspirasi dan pelajaran dari beberapa kerabat , saudara , dan juga Dosen – dosen di lingkungan kampus D3 Teknik Mesin ITS. Dalam kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak **Hendro Nurhadi , Dipl-Ing.,Ph.D** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan ide, arahan, bimbingan dan motivasi penuh atas pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak **Ir. Suharyanto, MT** selaku Kaprodi D-III Teknik Mesin FTI – ITS.
3. Bapak **Dr.Ir. Heru Mirmanto, MT** selaku dosen wali selama di D3 Teknik Mesin FTI – ITS.
4. Ibu **Lisa Rusdiyana ST, MT** selaku koordinator tugas akhir D3 Teknik Mesin FTI – ITS.
5. Segenap **Bapak/Ibu Dosen Pengajar dan Karyawan** di Jurusan D3 Teknik Mesin FTI-ITS, yang telah memberikan banyak ilmu dan pengetahuan selama penulis menuntut ilmu di kampus ITS.

6. **Orang tua tercinta Bapak dan Ibu serta kakak** yang sungguh tak terhingga memberikan kasih sayang, doa, dukungan untuk selalu berusaha yang terbaik, semoga Allah SWT memberikan balasan yang terbaik serta memuliakan.
7. **Ziya Ni'matin Sofway** yang selalu memberikan semangat, doa, dan motivasi dari awal hingga akhir.
8. Partner Tugas Akhir **Avihian H** yang telah berjuang bersama dari awal pengerjaan.
9. **Andra Dkk, Imam Cakil** yang telah banyak membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
10. Anak – anak Laboratorium Mekatronika D3MITS **Andi, Bima, Eko, Ardi**, dll yang selama pengerjaan Tugas Akhir ini memberi bantuan.
11. Anak – Anak kontrakan **Bhaskara, Sutorejo dan Wisper** yang mengisi hari – hari selama di D3 Teknik Mesin ITS.

Semoga yang tersebut diatas mendapatkan ganjaran yang melimpah dari Allah SWT atas keikhlasan untuk membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini

Penulis berharap dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini menjadi motivasi bagi teman – teman yang nantinya mengerjakan Tugas Akhir dan juga memberi manfaat disekitar . Amin

Wassalamualaikum Wr. Wb

Surabaya, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	iii
Abstrak	iv
Abstract	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat	2
1.6 Sistematika Penulisan	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penjelasan Umum tentang Mesin CNC	5
2.1.1 Sejarah Mesin CNC	5
2.1.1 Sistem Persumbuan CNC	7
2.2 Motor <i>Servo</i>	8
2.2.1 Struktur dan Komponen	8
2.2.2 Karakteristik Motor <i>Servo</i> AC	9
2.2.3 Pengaplikasian Motor <i>Servo</i>	10
2.3 <i>Encoder</i>	11
2.3.1 <i>Encoder Tipe Incremental</i>	11
2.3.2 <i>Encoder Tipe Absolut</i>	12
2.4 Terminal <i>Block</i>	13
2.5 <i>Breakout Board</i>	13
2.6 <i>Driver Servo</i> AC	14
2.6.1 <i>Driver ASD-AB Series</i>	14
2.6.2 Kontrol <i>Mode</i> pada <i>Driver ASDA-AB</i>	15
2.6.3 Kontrol Posisi (Position Control)	16
2.6.4 Mode Pengatur Kecepatan (Speed Control Mode)	16
2.7 <i>Mach3</i>	17
2.8 Kode Standar Pada Mesin CNC	18
2.9 Riset Sebelumnya	20

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir.....	21
3.2 Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir.....	22
3.3 Diagram Pengaturan Parameter Driver.....	24
3.4 Diagram Pengaturan Mach3.....	26

BAB IV ANALISIS PERHITUNGAN

4.1 Komponen Elektronik.....	33
4.2 Metode <i>Wiring</i>	33
4.3 Blok Diagram Antar Komponen Simulator Gerak CNC ...	36
4.4 Spesifikasi Masing-Masing Komponen.....	36
4.5 Pengkabelan Motor Servo dan Driver.....	39
4.6 Urutan Menjalankan Gerak Sumbu.....	42
4.7 Percobaan Gerak MDI, dan Load G – Code.....	44
4.8 Perhitungan.....	51

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Persumbuan pada CNC	7
Gambar 2.2	Struktur dan Komponen Motor <i>Servo</i> AC.....	8
Gambar 2.3	Bentuk Pulsa Kontrol Motor <i>Servo</i>	9
Gambar 2.4	Pengaplikasian Motor <i>Servo</i>	10
Gambar 2.5	<i>Incremental-type encoder</i> dan <i>output</i> frekuensi.....	11
Gambar 2.6	Terminal <i>Block</i>	12
Gambar 2.7	Breakout board.....	13
Gambar 2.8	Driver ASDA AB series.....	14
Gambar 2.9	Struktur Dari Mode Kontrol Posisi.....	16
Gambar 2.10	Struktur dari kontrol kecepatan.	17
Gambar 2.11	Mach3 Milling display.	18
Gambar 3.1	<i>Flow Chart</i> Pengerjaan.....	22
Gambar 3.2	Diagram Alir Parameter Driver ASDA-AB.....	25
Gambar 3.3	Diagram Alir Pengaturan Mach3.	27
Gambar 3.4	Pengaturan port dan pin pada Mach3.	28
Gambar 3.5	Kecepatan prosesor komputer.	28
Gambar 3.6	Pengaturan speed kernel.....	29
Gambar 3.7	Pengaturan pin pada setiap motor	29
Gambar 3.8	Motor Tuning dan Pengaturan.....	30
Gambar 3.9	Tampilan <i>Setting</i> Mach3	30
Gambar 3.10	Pemilihan Sumbu Pada Kalibrasi	31
Gambar 4.1	<i>Wiring</i> Daya <i>Input</i> Satu <i>Phase</i>	33
Gambar 4.2	Skema Dasar <i>Wiring</i>	34
Gambar 4.3	Skema <i>wiring</i> CN1.....	35
Gambar 4.4	Block Diagram Hardware.....	36
Gambar 4.5	Penempatan driver yang benar.	36
Gambar 4.6	Motor <i>Servo</i> AC	37
Gambar 4.7	Breakout Board	37
Gambar 4.8	Komputer.....	38
Gambar 4.9	Housing Power motor 4 kabel.....	39
Gambar 4.10	Quick Connector HOUSING: AMP (1-172161-9) Encoder.	39
Gambar 4.11	CN 1 dengan 50 Pin	40
Gambar 4.12	Penjelasan pin CN1.....	40
Gambar 4.13	CN2 dengan 20 Pin.	41

Gambar 4.14	Penjelasan pin CN2.....	41
Gambar 4.15	Connector DB 25.....	42
Gambar 4.16	Tombol pada driver motor.....	42
Gambar 4.17	CN1 – Terminal Block – Breakout board.....	43
Gambar 4.18	Tampilan Awal <i>Mach3</i>	44
Gambar 4.19	Tombol Reset.	44
Gambar 4.20	Tampilan MDI mode <i>Mach3</i>	45
Gambar 4.21	Masukan pada percobaan <i>MDI</i>	45
Gambar 4.22	Proses gerak <i>MDI</i>	46
Gambar 4.23	Hasil percobaan 1.....	46
Gambar 4.24	Hasil percobaan 2.....	46
Gambar 4.25	Hasil percobaan 3.....	47
Gambar 4.26	Hasil percobaan 4.....	47
Gambar 4.27	Hasil percobaan 5.....	47
Gambar 4.28	Fitur Load Wizard.....	48
Gambar 4.29	Hasil pekerjaan G – code 1.....	49
Gambar 4.30	Hasil pekerjaan G – code 2.....	49
Gambar 4.31	Hasil pekerjaan G – code 3.....	50
Gambar 4.32	Hasil pekerjaan G – code 4.....	50
Gambar 4.32	Hasil pekerjaan G – code 5.....	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Computer Numerically Controlled / CNC merupakan sistem otomatisasi Mesin Perkakas yang dioperasikan oleh perintah pemrograman dan disimpan di media penyimpanan, hal ini berlawanan dengan kebiasaan sebelumnya dimana mesin perkakas biasanya dikontrol dengan putaran tangan atau otomatisasi sederhana. Mesin ini memiliki tingkat ketelitian yang tinggi dan dapat mengerjakan benda-benda yang tidak mampu dilakukan dengan pemesinan konvensional. Cara pengoperasiannya dikontrol dengan pemasukan data berupa perintah dengan kode angka, huruf dan simbol menjadi bentuk gerakan mesin.

Mesin CNC pada saat ini tidak hanya dimanfaatkan pada dunia industri saja akan tetapi mesin CNC ini juga dipakai sebagai pembelajaran pada dunia pendidikan yang sekarang mengacu pada pendidikan moderen, karna pada jenjang sekolah (SMK) sampai jenjang perkuliahan juga sangat membutuhkan pengetahuan mesin CNC guna menunjang pengetahuan, praktikum dan keahliannya.

Akan tetapi metode pembelajaran yang telah dilakukan pada pendidikan belum mengacu pada desain struktural mekanik, *wiring* dan kontroler, yang mana masih mengacu pada gambar pemesinannya dan pemrograman.

Tugas akhir ini mengacu pada riset sebelumnya oleh saudara sidik dan mengintegrasikannya dengan software mach3 yang secara umum dijumpai pada CNC industri saat ini.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian singkat dan latar belakang, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana wiring dan pengaturan yang dibutuhkan untuk CNC yang akan dijalankan dengan Mach3.
2. Bagaimana CNC yang telah ada mampu dijalankan dengan mudah melalui PC (*Komputer Pribadi*).

1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Menghasilkan wiring, pengaturan driver serta pengoperasian Mach3.
2. Simulator CNC 3 sumbu mampu dikendalikan secara komputasi.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memberikan arah perancangan dan desain analisa diberikan :

1. Pengaplikasian hanya pada sumbu X dan sumbu Y.
2. Menggunakan aktuator motor servo AC.
3. Menggunakan motor servo AC dengan spesifikasi 100 watt dan tanpa *brake*.
4. Parameter driver yang digunakan hanya kontrol posisi dari luar.
5. Tidak mengubah rancang bangun yang sudah ada.
6. Perancangan ini tidak membahas transmisi daya motor.
7. Tanpa menggunakan PLC.
8. *Breakout board* yang digunakan hanya mendukung penggunaan dengan komputer.
9. Menggunakan software *mach3*.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari hasil tugas akhir ini adalah :

1. Dapat diaplikasikan pada mesin konvensional yang telah dirombak menjadi CNC dan dapat dioperasikan dari komputer.
2. Sebagai sarana untuk pembelajaran mengenai simulator CNC yang didapat dari tugas akhir ini.
3. Hasil yang diperoleh dari tugas akhir ini dapat menjadi referensi bagi peneliti lain dalam pengembangan simulator CNC jinjing 3 sumbu dengan motor servo AC.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah :

- **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bagian ini diuraikan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir dan sistematika penulisan.

- **BAB II DASAR TEORI**

Pada bagian ini diuraikan beberapa landasan teori yang menunjang sebagai dasar mengetahui tentang komponen elektrik serta pengetahuan dasar dari software yang digunakan.

- **BAB III METODOLOGI**

Pada bagian ini akan diuraikan metodologi, spesifikasi peralatan yang akan dipakai dalam pengujian, cara pengujian, dan data yang diambil.

- **BAB IV PEMBAHASAN**

Dalam bab ini dibahas tentang wiring yang digunakan, parameter pada driver serta pengaturan pada *Mach3*.

- **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bagian ini berisi kesimpulan hasil tugas akhir serta saran-saran konstruktif untuk tugas akhir selanjutnya.

- **DAFTAR PUSTAKA**

- **LAMPIRAN**



BAB II

DASAR TEORI

Pada bab ini membahas tentang teori-teori pustaka, rumusan dan konsep yang melatar belakangi perencanaan yang nantinya akan digunakan sebagai referensi yang meliputi teori perencanaan elemen mesin yang digunakan sebagai dasar perhitungan komponen untuk mengoperasikan alat ini.

2.1 Penjelasan Umum tentang Mesin CNC

Mesin CNC adalah mesin yang dikontrol oleh komponen dengan bahasa numeric (data perintah dengan kode angka, huruf dan symbol). Sistem kerja mesin ini akan lebih sinkron antara komputer dan mekanik, sehingga dibandingkan dengan mesin perkakas yang lain akan lebih teliti, lebih tepat dan lebih fleksibel dan cocok untuk produk massal. Dengan dirancangnya mesin CNC ini dapat menunjang produksi yang memiliki tingkat kerumitan yang tinggi dan dapat mengurangi campur tangan operator pada saat operasi.

Secara garis besar prinsip kerja mesin CNC meliputi 3 (tiga) bagian utama, yaitu (1) program permesinan, berupa input data yang tersusun dan teratur sebagai perintah gerakan pahat untuk diolah pada software komputer sesuai bahasa pemrograman mesin yang selanjutnya diteruskan ke bagian (2) unit pengendali, yang berfungsi mengubah sinyal elektronik menjadi gerakan mekanis, kemudian gerakan tersebut diteruskan ke bagian (3) mesin perkakas, untuk mengeksekusi gerakan pahat berupa operasi permesinan.

2.1.1 Sejarah Mesin CNC

Awal lahirnya mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) bermula dari 1952 yang dikembangkan oleh John Parson dari Institut Teknologi Massachusetts, atas nama Angkatan Udara Amerika Serikat. Semula proyek tersebut diperuntukkan untuk membuat benda kerja khusus yang rumit. Semula perangkat mesin CNC memerlukan biaya yang tinggi dan volume unit pengendali yang besar.

Pada tahun 1973, mesin CNC masih sangat mahal sehingga masih sedikit perusahaan yang mempunyai keberanian dalam memelopori investasi dalam teknologi ini. Dari tahun 1975, produksi mesin CNC mulai berkembang pesat. Perkembangan ini dipacu oleh perkembangan mikroprosesor, sehingga volume unit pengendali dapat lebih ringkas.

Dewasa ini penggunaan mesin CNC hampir terdapat di segala bidang. Dari bidang pendidikan dan riset yang mempergunakan alat-alat demikian dihasilkan berbagai hasil tugas akhir yang bermanfaat yang tidak terasa sudah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat banyak. Oleh sebab itu, macam-macam keuntungan & kerugian dari mesin CNC muncul. *(Kuspriyanto dan Hari Seputro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung)*

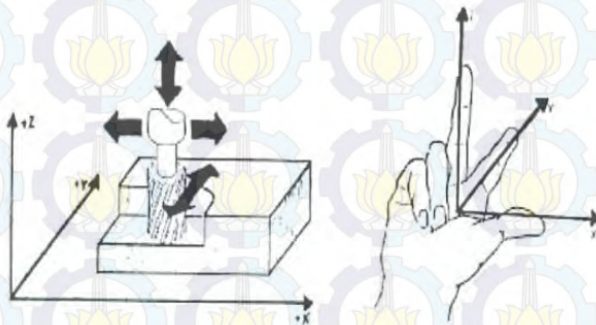
- Kelebihan mesin CNC
 - Hasil produksi dapat diatur sesuai dengan keinginan.
 - Tingkat ketelitian dari pengukuran lebih baik.
 - Tidak perlu dilakukan pemeriksaan dalam pengerjaan benda kerja secara terus menerus.
 - Waktu yang dibutuhkan untuk pabrikan lebih cepat.
 - Komponen yang diinventarisasi dapat dikurangi.
 - Cenderung tidak membutuhkan tempat yang luas.
 - Operator tidak harus terampil seperti pada mesin konvensional.
- Kekurangan
 - Pabrikan komponen benda kerja yang sederhana menjadi sulit karena format pemrograman yang rumit.
 - Modal awal yang dibutuhkan lebih besar.
 - Biaya pemeliharaan lebih besar.
 - Kinerja mesin bergantung pada perangkat NC.
 - Butuh tenaga ahli untuk pemrograman format operasional.
 - Membutuhkan perangkat tambahan.

2.1.2 Sistem Persumbuan CNC

Konstruksi mesin CNC secara umum lebih baik serta memiliki komponen yang lebih teliti dibandingkan mesin konvensional. Komponen mesin CNC yang dapat dikontrol gerakannya antara lain sumbu mesin (mesin axis), spindle, coolant, tool changes dan lain-lain. Sumbu mesin dapat bergerak secara bersamaan antara sumbu x, y dan z. Pergerakan mesin ini dirancang terkoordinir untuk mendapatkan lintasan tertentu sehingga dapat dinamakan sumbu yang berkesinambungan atau sumbu kontur (contouring axis).

Untuk mesin bubut, karena sumbu poros utamanya mendatar, maka sumbu Z adalah sumbu memanjang dari alas mesin bubut, sedang sumbu X adalah arah yang melintang. Sistem persumbuan pada mesin CNC diatur berdasarkan standar ISO 841 dan DIN 66217.

Sumbu Z adalah sumbu referensi dan selalu diorientasikan sebagai sumbu poros utama. Untuk mesin frais vertikal, posisi sumbu Z adalah tegak, sumbu Y arah melintang dari meja, dan sumbu X adalah arah memanjang meja.



Gambar 2.1 Persumbuan pada CNC

Sumbu mesin CNC memegang peranan penting karena menentukan gerakan pahat relatif terhadap benda kerja. Untuk mempermudah pembuatan program CNC, ISO telah mengeluarkan standar untuk sumbu mesin yaitu gerakan sumbu Z orientasinya bersamaan dengan gerak putar spindle, sumbu X dengan arah gerak horizontal, kemudian sumbu Y yang mengikuti kaidah tangan

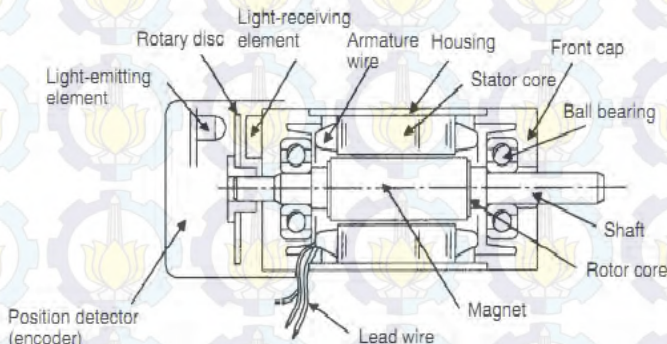
kanan sehingga membentuk sistem XYZ untuk menyatakan gerakan translasi pahat. Informasi mengenai sumbu pada mesin CNC ini penting diketahui oleh seorang pembuat program CNC.

2.2 Motor Servo

Servo merupakan suatu alat yang digunakan untuk menghasilkan output yang sesuai dengan perintah yang diinginkan dengan menggunakan feedback (umpan balik). Kata "servo" sendiri berasal dari kata "*servant*" yang berarti pelayan. Dengan kata lain, servo adalah pelayan yang mampu bekerja dengan tepat dan cepat sesuai instruksi dari tuannya. Sedangkan sistem servo dapat didefinisikan sebagai alat yang mampu menggerakkan pada kecepatan tertentu dan memposisikan suatu objek pada posisi yang ditentukan.

2.2.1 Struktur dan Komponen

Berikut gambar dari Struktur servo AC motor:



Gambar 2.2 Struktur dan Komponen Motor Servo AC

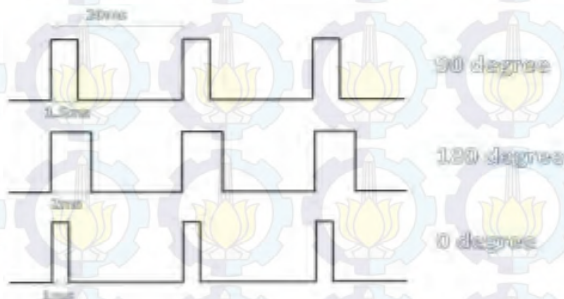
Keterangan

1. Shaft berguna untuk menyalurkan putaran yang dihasilkan motor ke objek penggunaan.
2. Rotor core berguna sebagai sebagai tempat kumparan rotor dan magnet yang merupakan bagian dari rotor
3. Magnet permanen berguna untuk menghasilkan fluks

4. Stator core sebagai tempat kumparan stator
5. Encoder sebagai sensor untuk mendeteksi kecepatan dan posisi motor, Encoder merupakan peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi posisi poros motor. Setiap perubahan posisi akan dikonversikan ke bentuk pulsa tegangan dengan resolusi tertentu yang dinyatakan dalam pulsa per-revolusi (ppr)
6. Lead wire sebagai kabel yang menghubungkan motor servo dengan pengendali servo
7. Ball bearing sebagai mengurangi gesekan antara shaft dan body motor

2.2.2 Karakteristik Motor Servo AC

Untuk menjalankan atau mengendalikan motor servo AC berbeda dengan motor DC. Karena untuk mengendalikan motor servo perlu diberikan sumber tegangan dan sinyal kontrol. Besarnya sumber tegangan tergantung dari spesifikasi motor servo yang digunakan. Sedangkan untuk mengendalikan putaran motor servo dilakukan dengan mengirimkan pulsa kontrol dengan frekuensi 50 Hz dengan periode 20ms dan duty cycle yang berbeda. Dimana untuk menggerakkan motor servo sebesar 90° diperlukan pulsa dengan ton duty cycle pulsa positif 1,5ms dan untuk bergerak sebesar 180° diperlukan lebar pulsa 2ms. Berikut bentuk pulsa kontrol motor servo dimaksud.



Gambar 2.3 Bentuk Pulsa Kontrol Motor Servo

Dengan demikian motor servo AC memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

KELEBIHAN

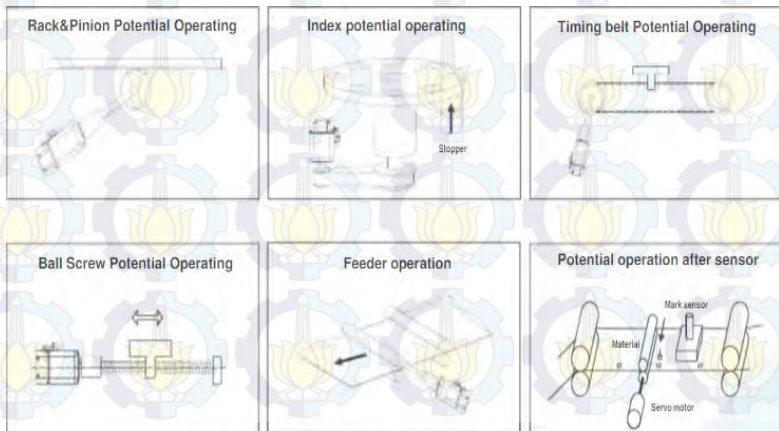
- Tidak bergetar dan tidak ber-resonansi saat beroperasi.
- Daya yang dihasilkan sebanding dengan ukuran dan berat motor.
- Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang diberikan.
- Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan hanya mengganti encoder yang dipakai.
- Tidak berisik saat beroperasi dengan kecepatan tinggi.

KELEMAHAN

- Memerlukan pengaturan yang tepat untuk menstabilkan umpan balik
- Motor menjadi tidak terkendali jika encoder tidak memberikan umpan balik
- Beban berlebih dalam waktu yang lama dapat merusak motor.

2.2.3 Pengaplikasian Motor Servo

Dengan karakteristik dari motor servo AC. Pada dunia Industri dapat digunakan seperti pada gambar berikut:



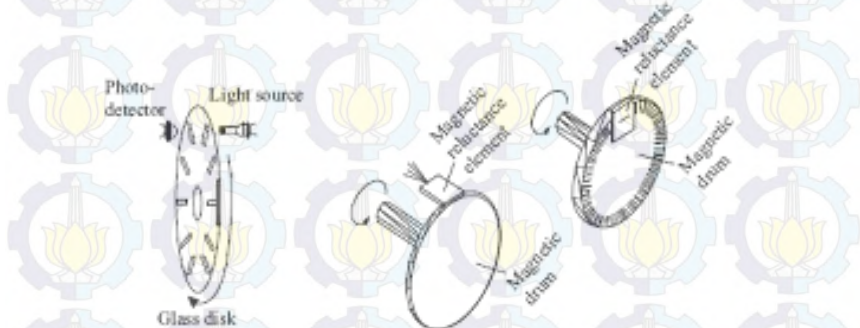
Gambar 2.4 Pengaplikasian Motor Servo.

2.3 Encoder

Perangkat yang dapat mendeteksi posisi saat ini dan juga untuk mengontrol posisi. Pada umumnya, dibangun pada ujung poros transmisi motor.

2.3.1 Encoder Tipe Incremental

Konsep dasar operasi instrumen incremental rotary encoder adalah instrumen ini mengukur nilai sesaat posisi angular dari sebuah shaft yang sedang berotasi dan menghasilkan pulsa-pulsa pada channel-channel-nya.



Gambar 2. 5 *Incremental-type encoder* dan output frekuensi

Pulsa-pulsa yang dihasilkan ini berbentuk gelombang square. Instrumen incremental rotary encoder biasanya memiliki tiga buah sinyal keluaran, yaitu sinyal A, sinyal B, dan sinyal Z. Untuk sinyal A dan sinyal B, masing-masing sinyal keluaran tersebut saling quadrature yang berarti terjadi pergeseran fasa 90 derajat satu sama lain. Kedua sinyal tersebut selain memberikan nilai posisi shaft dari encoder, juga mampu menyediakan informasi mengenai arah putaran dari shaft misalnya berputar searah jarum jam atau berputar berlawanan arah jarum jam. Hal penting yang perlu diperhatikan hubungan antara sinyal A dan sinyal B adalah bahwa pergeseran fasa satu sama lain antara kedua sinyal tersebut harus berada dalam batas toleransi yang dapat diterima biasanya tidak melebihi 90 derajat sehingga proses perhitungan dapat berlangsung dengan akurat.

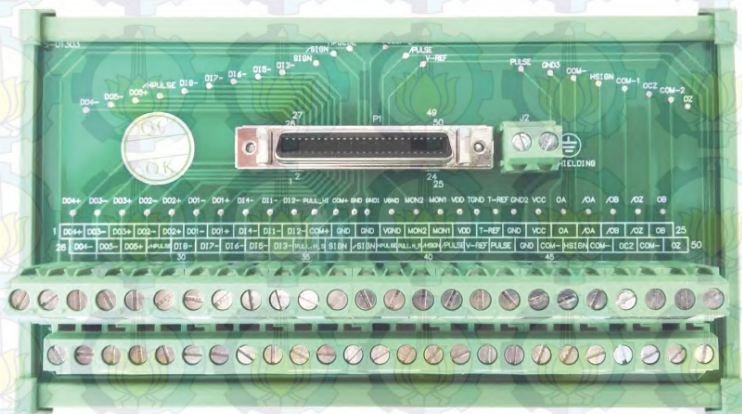
2.3.2 Encoder Tipe Absolut

Dalam hal ini jenis encoder, celah pada slot disk menyediakan sedikit biner; sehingga, bagian terluar dari disk diatur ke bit terendah dan sebanyak celah dan foto-detektor ada sebagai jumlah bit. Celah yang diatur sepanjang lingkaran konsentris menuju interior disk. Berdasarkan komponen ini, data posisi rotasi adalah output dalam biner atau bentuk desimal. Dengan cara ini, metode dimana data posisi absolut digunakan adalah metode graycode.

2.4 Terminal Block

Terminal block merupakan komponen penting dalam suatu rangkaian elektrik, yang digunakan sebagai tempat berhentinya arus listrik sementara, yang akan dihubungkan ke komponen yang lain/Komponen Outgoing. Incoming Adalah Konektor Arus Masuk dan Outgoing adalah Konektor Arus Keluar

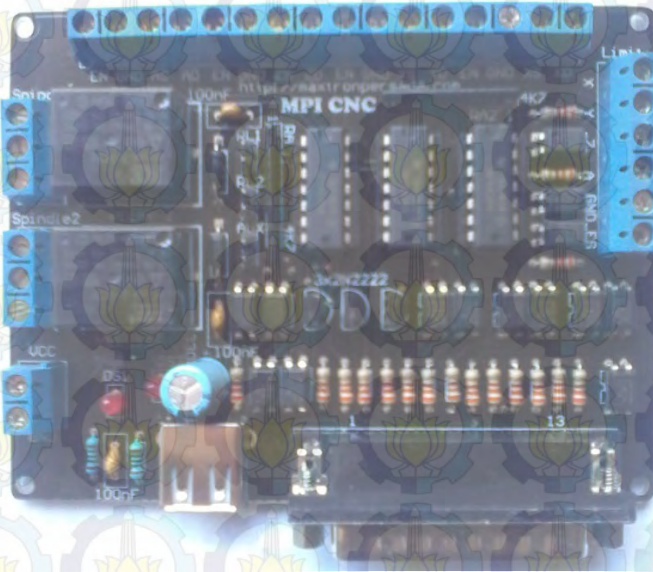
Terminal block biasanya digunakan pada rangkaian sebagai penghubung/Jumper jika ada penambahan komponen. Juga mengurangi pemakaian kabel agar tidak boros. Sebagai pengaman jika terjadi troubleshoot. Jika ada Konsleting arus langsung putus di terminal sebelum sampai ke komponen utama.



Gambar 2.6 Terminal Block

2.5 Breakout Board

Breakoutboard (BOB) adalah card electronic yang berfungsi menghubungkan sinyal data dari komputer dengan peripheral input maupun output. BOB merupakan komponen utama yang digunakan untuk merakit mesin cnc, menghubungkan sinyal data dari komputer menuju driver atau relay, serta menghubungkan sinyal input dr luar untuk bisa dibaca komputer. BOB menggunakan parallel PORT komputer DB25, bisa bekerja menggunakan software MACH3 maupun software lain sejenis yang bekerja dengan parallel port DB25.



Gambar 2.7 Breakout board

Breakout Board CNC digunakan untuk antarmuka antara PC dan berbagai kontrol motorik, relay, dan perangkat lain yang akan dikontrol pada mesin CNC. Ada beberapa jenis *Breakout Board* dan perangkat terkait yang memiliki kemampuan untuk menyampaikan I/O (Masukan /keluaran), termasuk Paralel *Breakout Boards*, *USB Breakout Board*, emulator keyboard, dan

papan kontrol gerak. Sederhananya, *Breakout Board* CNC memiliki dua fungsi:

1. Menerjemahkan sinyal yang digunakan untuk menjalankan mesin CNC ke dan dari sinyal PC .
2. Mengisolasi PC Motherboard dari masalah listrik yang lain yang dapat merusak Motherboard.

2.6 Driver Servo AC

Motor AC bekerja pada saat siklus tegangan positif dan siklus tegangan negatif (gelombang sinus). Siklus – siklus tersebut mempunyai periode/frekuensi tertentu atau dengan kata lain mempunyai lebar pulsa pada tiap siklus/polaritas tegangannya. Lebar pulsa pada tiap siklus tersebut dapat diatur dan dimanfaatkan untuk pengaturan kecepatan motor AC. Cara mengatur lebar pulsa dari suatu frekuensi dikenal dengan metode *Pulse Width Modulation* (PWM).

Dengan menggunakan prinsip PWM ini, lebar pulsa dari frekuensi tegangan AC tersebut dapat diatur dengan syarat panjang periode (frekuensi) dan titik nol (*zero point*) dari gelombang AC tersebut dideteksi terlebih dahulu. Sinyal PWM akan memicu/mengatur lebar pulsa setiap siklus tegangan AC, dimulai dari perpotongan titik nol pada tegangan AC tersebut.

2.6.1 Driver ASDA-AB series

Driver yang digunakan merupakan driver motor servo AC Delta produksi tahun 2012 dengan kapasitas 100 watt, catu daya 200-230V 3PH 50/60Hz 0.8A.



Gambar 2.8 Driver ASDA AB series

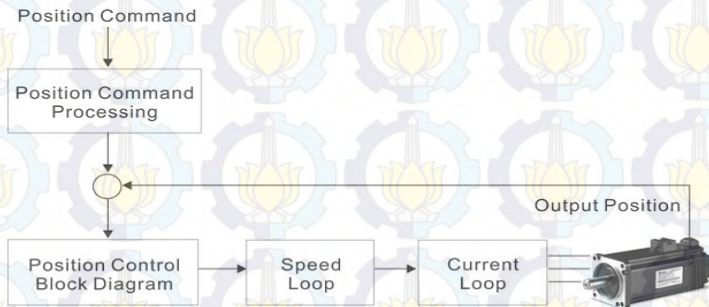
2.6.2 Kontrol Mode Pada Driver ASDA-AB

Pada driver yang digunakan terdapat enam pilihan mode yang dapat digunakan oleh pengguna, sebagai berikut:

1. External Position Control
Mode kontrol Posisi eksternal untuk motor servo dicapai melalui perintah pulsa eksternal.
2. Internal Position Control
Mode kontrol Posisi internal motor servo dicapai melalui 8 register posisi internal dalam controller servo. Pelaksanaan 8 posisi adalah melalui sinyal Digital Input (DI).
3. Speed Control
mode kontrol Kecepatan untuk motor servo dapat dicapai melalui parameter diatur dalam controller atau dari analog eksternal -10 ~ 10 VDC perintah . Pengendalian modus kecepatan internal melalui Input Digital (DI). Maksimal tiga kecepatan dapat disimpan secara internal.
4. Internal Speed Control
Mode kontrol Kecepatan internal motor servo hanya dicapai melalui parameter diatur dalam controller . Pengendalian modus kecepatan internal melalui Input Digital (DI) . (Maksimal tiga kecepatan dapat disimpan secara internal
5. Torque Control
kontrol torsi untuk motor servo dapat dicapai melalui parameter diatur dalam controller atau dari analog eksternal -10 ~ 10 VDC perintah . Pengendalian modus torsi internal melalui Input Digital (DI) . Maksimal tiga tingkat torsi dapat disimpan secara internal.
6. Internal Torque Control
Mode kontrol Torsi internal motor servo hanya dicapai melalui parameter diatur dalam controller . Pengendalian modus torsi internal melalui Input Digital (DI). Maksimal tiga tingkat torsi dapat disimpan secara internal.

2.6.3 Control Posisi (Position Control)

Control posisi sering digunakan untuk alat atau mesin yang membutuhkan tingkat kepresisian posisi yang tinggi. Pada motor servo ac yang kami gunakan dapat digunakan untuk 2 macam sumber pada mode control posisi. Yang pertama adalah external pulse train (Pt : Position terminal, external position control dan yang lainnya adalah pengaturan pada internal parameter (Pr : Position Register. Internal parameter pada p1-15 sampai p1-30, internal position control). Pulsa arah keluar yang dapat dikontrol perputaran sudut dari motor servo. Frekuensi maksimal untuk pulsa external adalah 500 Kpps (line driver) atau 200 Kpps (Open collector) nilai ini sama dengan kecepatan putaran 3000 rad/min untuk menyediakan control posisi yang tepat

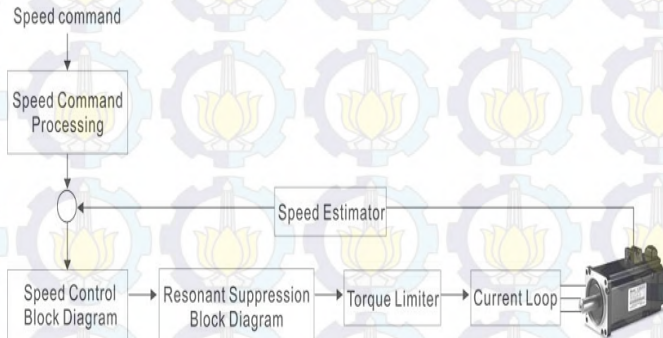


Gambar 2.9 Struktur Dari Mode Kontrol Posisi

2.6.4 Mode Pengatur Kecepatan (Speed Control Mode)

Control Posisi Sering Digunakan Untuk Alat Atau Mesin Yang Membutuhkan Tingkat Kepresisian Kecepatan Yang Tinggi Misalnya Mesin Cnc. Driver Yang Kelompok Kami Gunakan Untuk Praktikum Didukung Untuk 2 Macam Sumber Instruksi Untuk Pengaturan Kecepatan Yaitu Sinyal Analog Eksternal Dan Pengaturan Internal Pada Driver Motor. Sinyal Analog Eksternal Berasal Dari Tegangan Input, Tegangan Ini Dapat Digunakan

Untuk Mengatur Kecepatan. Itu Merupakan 2 Jalur Untuk Mengatur Parameter Internal. Salah Satu Diatur Berbeda Pada Perintah Parameter Control Kecepatan Sebelum Dioperasikan Lalu Menggunakan Spd0 Dan Spd1 Dari Cn1. Pemakaian Yang Lain Adalah Dengan Menggunakan Serial Communication Untuk Merubah Nilai Parameter.



Gambar 2.10 Struktur dari kontrol kecepatan

2.7 Mach3

Mach3 adalah program yang sangat fleksibel yang dirancang untuk mengontrol mesin seperti mesin penggilingan, mesin bubut, pemotong plasma, dan router. Mach3 mampu menjadikan komputer secara umum menjadi pengontrol mesin CNC. Mach3 sangat kaya akan fitur dan sangat menguntungkan untuk yang membutuhkan paket kontrol CNC. Mach3 kebanyakan bekerja pada PC dengan sistem operasi windows untuk mengontrol gerakan motor stepper maupun servo dengan mengolah data G-code. Dengan menyederhanakan banyak fitur canggih, mach3 mampu digunakan dengan berbagai perangkat rakaian control CNC yang tersedia. Mach3 dapat disesuaikan dan mampu digunakan untuk banyak aplikasi dengan berbagai jenis hardware. Dapat digunakan pada berbagai macam motor, driver motor serta *breakout board* yang ada dipasaran.



Gambar 2.11 Mach3 Milling display

2.8 Kode Standar Pada Mesin CNC

Mesin CNC hanya dapat membaca kode standar yang telah disepakati oleh industri yang membuat mesin CNC. Dengan kode standar tersebut, pabrik mesin CNC dapat menggunakan PC sebagai input yang diproduksi sendiri atau yang direkomendasikan. Kode standar pada mesin CNC yaitu (Hari Seputro) :

1) Fungsi G

- G00 Gerakan cepat
- G01 Interpolasi lurus
- G02 Interpolasi melingkar searah jarum jam
- G03 Interpolasi melingkar berlawanan arah jarum jam
- G04 Lamanya tinggal diam.
- G21 Blok kosong
- G25 Memanggil sub program
- G27 Instruksi melompat
- G40 Kompensasi radius pisau hapus
- G45 Penambahan radius pisau

- G46 Pengurangan radius pisau
- G47 Penambahan radius pisau 2 kali
- G48 Pengurangan radius pisau 2 kali
- G64 Motorasutan tanpa arus (Fungsi penyetelan)
- G65 Pelavanoan pita magnet (Fungsi penyetelan)
- G66 Pelaksanaan antar aparat dengan RS232
- G72 Siklus pengefraisan kantong
- G73 Siklus pemutusan fatal
- G74 Siklus penguliran (jalankiri)
- G81 Siklus pemboran tetap
- G82 Siklus pemboran tetap dengantinj diam
- G83 Siklus pemboran tetap dengan pembuangan tatal
- G84 Siklus penquliran
- G85 Siklus mereamer tetap
- G89 Siklus mereamer tetap dengan tinggal diam.
- G90 Pemrograman nilai absolut
- G91 Pemrograman nilai inkremental
- G92 Penggeseran titik referensi

2) Fungsi M

- M00 Diam
- M03 Spindel frais hidup berputar searah jarum jam
- M05 Spindel frais mati
- M06 Penggeseran alat, radius pisau frais masuk
- M17 Kembalike program pokok
- M08 Hubungan keluar
- M09 Hubungan keluar
- M20 Hubungan keluar
- M21 Hubungan keluar
- M22 Hubungan keluar
- M23 Hubungan keluar
- M26 Hubungan keluar - impuls
- M30 Program berakhir
- M98 Kompensasi kocak / kelonggaran otomatis
- M99 Parameter dari interpolasi melingkar (dalam hubungan dengan G02/303)

3) Tanda Alarm

- A00 Salah kode G/M
- A01 Salah radius/M99
- A02 Salah nilai Z
- A03 Salah nilai F
- A04 Salah nilai Z
- A05 Tidak ada kode M30
- A06 Tidak ada kode M03
- A07 Tidak ada arti
- A08 Pita habis pada penyimpanan ke kaset
- A09 Program tidak ditemukan
- A10 Pitakaset dalam pengamanan
- A11 Salah pemuatan
- A12 Salah pengecekan
- A13 Penyetelan inchi/mmdengan memori program penuh
- A14 Salah posisi kepala frais / penambahan jalan dengan LOAD
 \perp / M atau \lrcorner / M
- A15 Salah nilai Y.
- A16 Tidak ada nilai radius pisau frais
- A17 Salah sub program
- A18 Jalannya kompensasi radius pisau frais lebih kecil dari nol

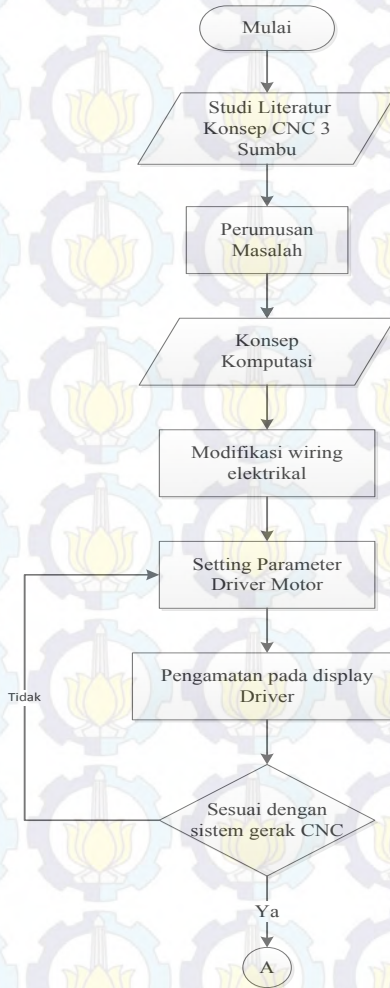
2.9 Riset Sebelumnya

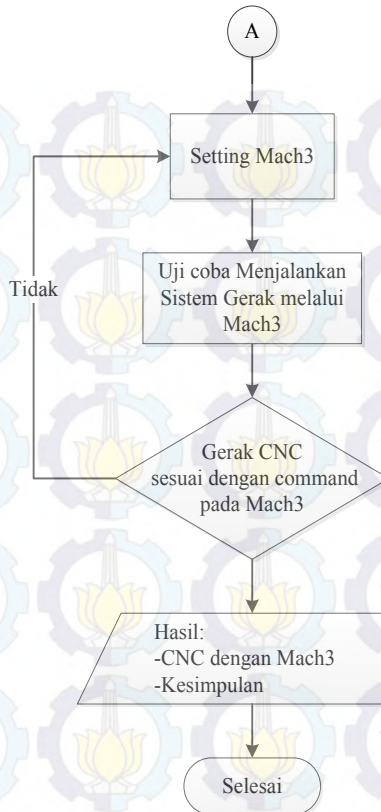
- Pada riset yang dilakukan saudara Sidik Purnomo dihasilkan wujud Simulator CNC Jinjing dengan motor servo AC dengan dimensi 380 x 280 x 290 mm (saat dirakit) dan bermassa 12 kg . CNC dikontrol melalui analog kontroler (NC).

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Dalam tugas akhir ini, metode pengerjaan diuraikan seperti diagram alir berikut ini :





Gambar 3.1 Flow Chart Pengerjaan

3.2 Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir

1. Studi Literatur

Pada studi literatur meliputi kegiatan mencari dan mempelajari bahan pustaka yang berkaitan dengan permasalahan mengenai sistem gerak pada CNC (*Computer Numerically Controlled*), perencanaan *wiring* dan kontrol dan dimensi dari CNC 3 sumbu. Studi literatur ini diperoleh dari berbagai sumber antara lain buku / *text book*, diktat yang mengacu pada referensi,

publikasi-publikasi ilmiah, tugas akhir dan penelitian yang berkaitan dan media internet.

2. Rumusan Masalah

Setelah dilakukan studi literatur, banyak informasi yang didapat. Informasi yang didapat antara lain dimensi, konstruksi, spesifikasi masing-masing alat, *wiring* dan *controller*. Dengan adanya informasi yang telah didapat, timbul suatu permasalahan. Permasalahan yang timbul antara lain CNC yang telah terwujud hanya dapat digerakkan melalui analog, sedang kan pengertian CNC adalah kontrol numerik berbasis komputasi.

3. Modifikasi Wiring Elektrikal

Pada wiring yang sebelumnya digunakan untuk mengontrol motor servo AC menggunakan analog kontroler, maka modifikasi pada wiring harus dilakukan untuk mendapatkan kontrol motor servo AC yang menggunakan software Mach3 pada komputer.

4. Setting Parameter Driver

Pada motor servo AC dibutuhkan driver sebagai pengontrolnya. Driver memiliki berbagai parameter yang dapat diaktifkan serta di nonaktifkan sesuai dengan kebutuhan pengontrolan gerak motor servo AC.

5. Pengamatan Pada Display Driver

Pada pengaturan parameter dapat dilihat pada display driver motor servo AC yang digunakan untuk memastikan parameter yng dipilih sesuai dengan kebutuhan serta melihat apakah parameter yang dipilih berhasil ataupun gagal.

6. Setting Pada Mach3

Pengaturan pada Mach3 juga harus dilakukan guna mengintegrasikan komponen – komponen dan wiring yang telah terangkai agar terdeteksi pada program Mach3 dan dapat merespon command yang telah ditulis pada Mach3.

7. Uji Coba Menjalankan Sistem Gerak CNC

Pengujian sistem gerak pada motor servo ac melalui program Mach3 sesuai dengan sistem kerja gerak

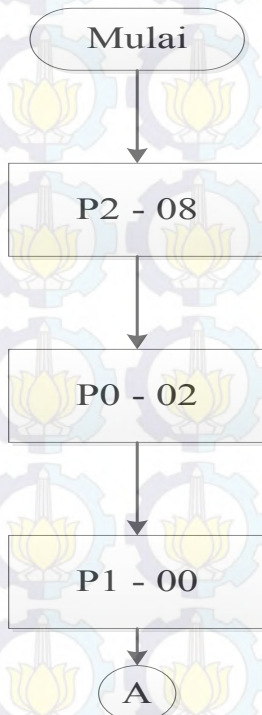
sumbu CNC dilakukan guna melihat hasil command pada Mach3 serta parameter yang telah dipilih pada pengaturan driver.

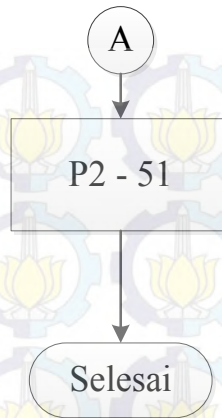
8. Hasil dan Kesimpulan

Setelah melakukan eksperimen dan analisa, hasilnya kemudian didata dan dikumpulkan dari semua data yang dilakukan.

3.3 Diagram Pengaturan Parameter Driver.

Pada penggunaan motor servo AC yang dilengkapi dengan driver pengaplikasian gerak motor yang diinginkan dapat dicapai dengan memilih parameter yang ada dalam penyimpanan data *internal* driver. Pada pengapilkasian kontrol posisi pada gerak sumbu CNC dengan memakai driver *ASDA-AB* memiliki tahapan sebagai berikut :





Gambar 3.2 Diagram Alir Parameter Driver ASDA-AB

Pada pengaturan parameter driver motor servo ASDA-AB pastikan wiring antara sumber listrik, driver, dan motor servo AC sudah benar. Nyalakan driver untuk memulai pengaturan parameter driver.

a) **P2 – 08**

P2 – 08 merupakan code dari driver yang berguna untuk mengembalikan pengaturan parameter – parameter yang sudah tersimpang sebelumnya ke pengaturan pabrik(pengaturan awal). Hal ini dilakukan karena driver telah dipakai pada beberapa riset dan berbagai mode. Cara mereset driver dengan menekan tombol *MODE* kemudian tekan *SHIFT* sampai muncul tampilan *P2 – 00*, lalu tekan tombol panah ke atas sampai tampilan *P2 – 08*, setelah itu tekan tombol *SET* lalu tekan panah ke atas sampai tampilan *10*, lalu tekan lagi tombol *SET* dan pengaturan berhasil bila tampilan menunjukkan kata *End*.

b) **P0 – 02**

P0 – 02 merupakan code dari pengaturan status driver saat itu. Pada pengaturan status driver dipilih status *Fb.P* yang mana status driver menjadi mode umpan balik

berdasarkan nilai pulsa. Mode ini dicapai dengan menekan tombol *MODE* kemudian tekan *SHIFT* sampai muncul tampilan *P0 – 00*, lalu tekan tombol panah ke atas sampai tampilan *P0 – 02*, setelah itu tekan tombol *SET* maka tampilan berupa angka *0*, lalu tekan lagi tombol *SET* dan pengaturan berhasil bila tampilan menunjukkan kata *End*.

c) **P1 – 00**

P1 – 00 merupakan parameter dasar yang merupakan mode kontrol posisi dari luar driver. Pada parameter ini nilai pengaturan awal adalah *2* yang mana kontrol posisi dari luar diatur dengan nilai pulsa dan arah. Cara melihat nilai pengaturan tersebut dapat dilakukan dengan menekan tombol *MODE* kemudian tekan *SHIFT* sampai muncul tampilan *P1 – 00*, setelah itu tekan tombol *SET* maka tampilan berupa angka *2*, lalu tekan lagi tombol *SET* dan pengaturan berhasil bila tampilan menunjukkan kata *End*.

d) **P2 – 51**

P2 – 51 merupakan code dari pengaturan aktif tidaknya motor servo AC yang digunakan. Nilai pengaturan berupa angka *0* dan *1* yang mana *0* menunjukkan motor servo AC tidak aktif dan *1* menunjukkan bahwa motor servo AC aktif.

Pada pengaturan parameter *P1 – 00* keadaan motor servo AC yang digunakan harus tidak aktif (Servo Off).

3.4 Diagram Pengaturan Mach3

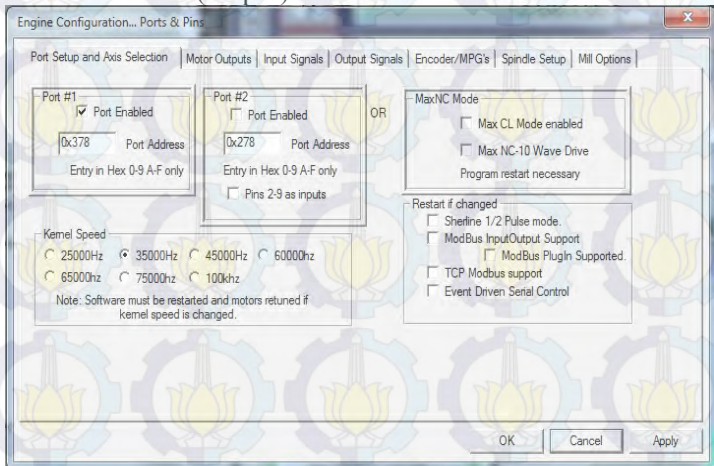
Dalam pengaturan *Mach3* ada beberapa pengaturan yang harus di atur sebelum dapat menjalankan motor servo AC dari software ini agar perintah yang diberikan melalui software *Mach3* dapat diterima oleh *Breakout Board* dan ditransfer ke driver dan motor servo AC yang digunakan. Tahapan dari pengaturan sebagai berikut:



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengaturan Mach3

I. Menentukan Alamat Port Yang Digunakan.

Pada pengaturan port umumnya alamat port pada komputer adalah 0x378 yang dapat dilihat pada *device manager*. Alamat port ini umumnya merupakan alamat dari port tambahan pada komputer yang merupakan port berbentuk db 25(25 pin)



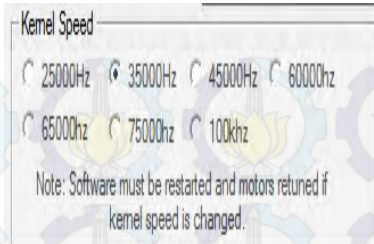
Gambar 3.4 Pengaturan port dan pin pada Mach3.

II. Menentukan Kernel Speed

Kernel speed merupakan speed dari *processor* pada komputer yang digunakan setelah menyamakan kernel speed mach3 harus diestart untuk memvalidasi pengaturannya.

System	
Rating:	System rating is not available
Processor:	Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU T9300 @ 2.50GHz 2.50 GHz
Installed memory (RAM):	4.00 GB (3.00 GB usable)
System type:	32-bit Operating System
Pen and Touch:	No Pen or Touch Input is available for this Display

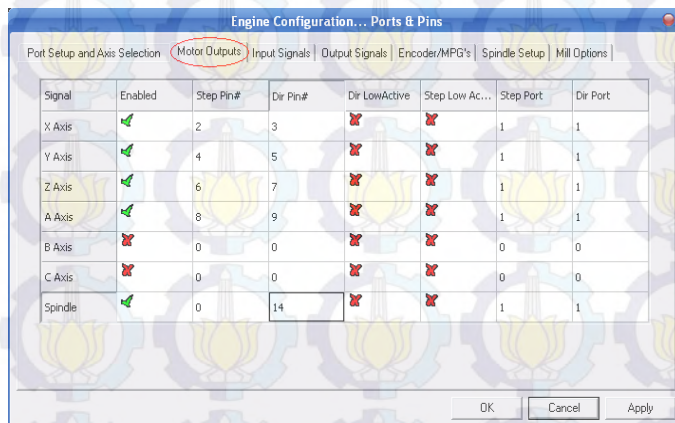
Gambar 3. 5 Kecepatan prosesor komputer.



Gambar 3.6 Pengaturan speed kernel sesuai sistem prosesor.

III. Pengaturan Pin Output Motor.

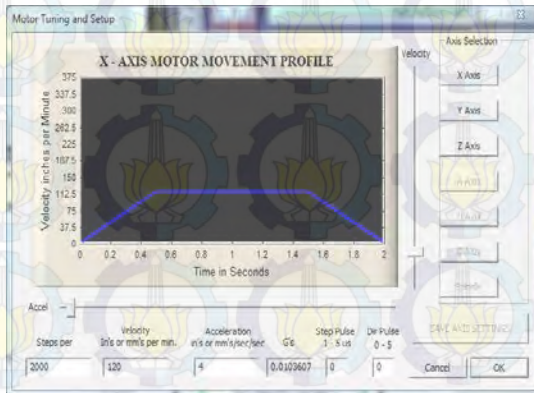
Step pin dan Direct pin disesuaikan dengan pin pada breakout board yang digunakan serta penyesuaian axis sesuai dengan posisi motor pada susunan mekanik yang ada. Pin pada spindle hanya digunakan direct pin karena langkah dari motor tidak diatur melalui *input pulse* melainkan diatur pada kecepatan dan arah putaran yang dapat diatur dari Mach3.



Gambar 3.7 Pengaturan pin pada setiap motor.

IV. Motor Tuning

Pada tab pengaturan motor tuning dapat mengatur kecepatan dan percepatan dari motor yang digunakan pada setiap sumbu CNC.



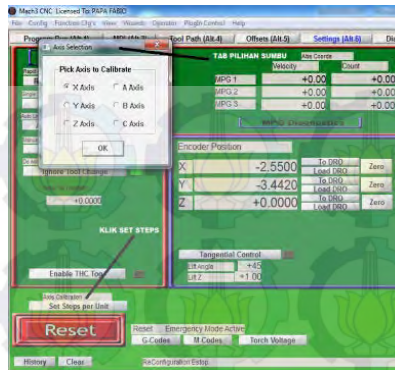
Gambar 3.8 Motor Tuning dan Pengaturan.
(Sumber: Using Mach3Mill)

V. Kalibrasi

Setelah pengaturan pin telah disesuaikan maka dapat dilakukan kalibrasi posisi setiap sumbunya dengan memilih tab setting atau dengan tombol pintasan (Alt+6) pada keyboard komputer.



Gambar 3.9 Tampilan Setting Mach3.



Gambar 3.10 Pemilihan Sumbu Pada Kalibrasi.

VI. Uji Coba

Setelah kalibrasi dilakukan sesuai dengan gerak mekaniknya maka Mach3 sudah siap digunakan. Pengguna dapat memilih pemakaian pada mode JOG, MDI, atau Load G-Code. namun dilakukan pengamatan sekali lagi apakah kalibrasi berhasil.

VII. Hasil

Didapatkan hasil yaitu gerak sesuai dengan perintah dan mode yang dipilih dari Mach3.



BAB IV PEMBAHASAN

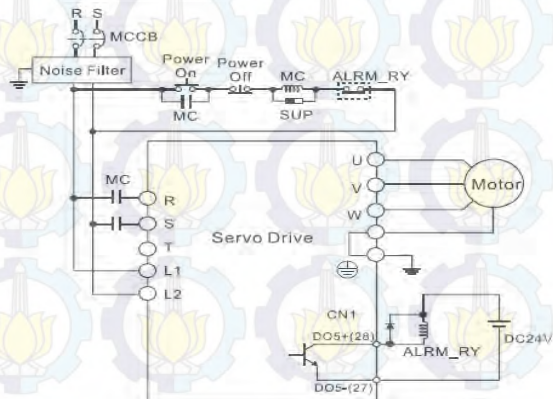
4.1 Komponen Elektronik

Komponen elektrik yang diperlukan untuk menjadikan sistem gerak tiap sumbu mampu dikontrol melalui Mach3 seperti berikut:

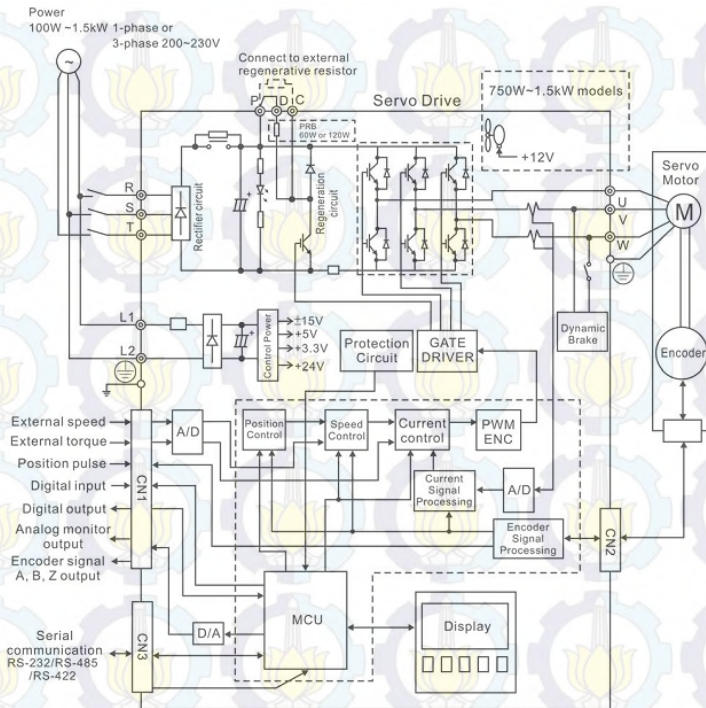
- Motor Servo AC
- Driver Motor ASDA AB
- Kabel
- MCB
- Breakout Board(I/O interface board)
- Connector antara Motor dan Driver
- Connector antara Driver dan Breakout Board(I/O interface board)
- Komputer dengan port tambahan DB 25

4.2 Metode Wiring

Untuk driver servo 100watt sampai 1,5kW daya input yang dapat dipilih berupa satu phase dan tiga phase.



Gambar 4.1 Wiring daya input satu phase
(Sumber : ASDA-AB User Manua,2010)

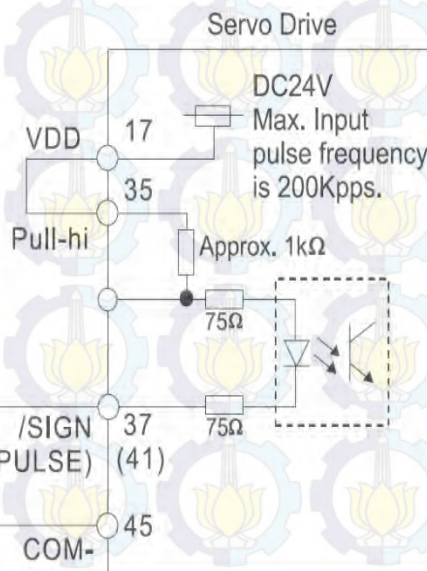


Gambar 4.2 Skema dasar wiring
(Sumber : ASDA-AB User Manua,2010)

Untuk wiring diagram pada tegangan 1 pha sa, sumber yang kita gunakan hanya pada terminal R dan S untuk system kontrolnya yang kita gunakan adalah L1 dan L2. Tegangan masuk kedalam terminal R dan S kemudian arusnya disearahkan dengan menggunakan rectifier. Outputan dari rectifier ini salah satunya dihubungkan dengan saklar otomatis yang nantinya akan bekerja ketika setting parameter pada driver diberi nilai (P2-51). Selanjutnya ketika saklar ini bekerja maka motor akan mendapat tegangan (servo on tetapi kondisi motor masih belum bekerja). Hal ini disebabkan karena setelah saklar terdapat komponen yang

berfungsi sebagai saklar penggerak motor (transistor) dimana transistor ini mempunyai karakter yang sama dengan saklar, namun memiliki perbedaan dari segi bahan yang digunakan, pada transistor bahan yang digunakan adalah bahan semi konduktor. Transistor ini inputannya dihubungkan dengan gate driver yang nantinya akan berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan motor. Selanjutnya outputan dari transistor dihubungkan dengan terminal penghubung antara motor dengan driver (terminal U, V, W)

Terminal CN1, fungsi dari terminal ini adalah untuk memasukkan berupa data pengontrollan motor misalnya berupa external speed, external torque, position pulse, digital dan digital input. Pada terminal ini juga outputnya dihubungkan berupa digital output, analog monitor, dan encoder signal

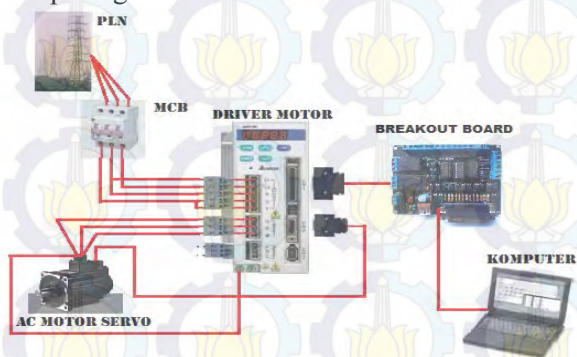


Gambar 4.3 Skema wiring CN1
(Sumber : ASDA-AB User Manua,2010)

Pada CN1 wiring yang digunakan seperti pada gambar dimana pi Pull-up disambung dengan VDD untuk mendapatkan tegangan DC sebesar 24V dan pada pin SIGN dan pin PULSE disambungkan pada ground untuk menghasilkan torque pada saat tidak ada masukan perintah. Pada pin /SIGN dan pin /PULSE serta pin GND digunakan sebagai konektor ke *breakout board*.

4.3 Blok Diagram Antar Komponen Simulator Gerak CNC

Block diagram komponen – komponen yang diperlukan dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4.4 Block Diagram Hardware

4.4 Spesifikasi Masing-Masing Komponen

I. Driver Motor Servo AC



Gambar 4.5 Penempatan driver yang benar

Spesifikasi driver motor yang digunakan:

- Type : ASD - A0121 - AB
- Output Power : 220V / 3000 rpm
- Resolusi encoder : 2500 ppr
- Input voltage : 220V
- Fasa : 3 Fasa / 1 Fasa

II. Motor Servo AC



Gambar 4.6 Motor Servo AC

Spesifikasi Motor:

- Type : ECMA – C3041ES
- Volt/kecepatan : 220V / 3000 rpm
- Ukuran frame : 40 mm
- Output power : 100 W
- Tipe khusus : tanpa brake

III. Breakout Board



Gambar 4.7 Breakout Board

Peta Pin Paralel Port Breakout Board:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18-25
EN	XS	XD	YS	YD	ZS	ZD	AS	AD	LX	LA	LZ	ES	Spindle 1	LY	Aux	Spindle 2	GND

Keterangan:

- LX = Input Limit X
- LY = Input Limit Y
- LZ = Input Limit Z
- LA = Input Limit A
- ES = Input EStop

IV. Komputer



Gambar 4.8 Komputer

Spesifikasi minimum komputer yang dapat digunakan untuk menjalankan Mach3:

- Desktop PC (Laptop tidak mendukung) dengan setidaknya satu port paralel Versi 32-bit dari Windows 2000, Windows XP, Windows Vista, atau Windows 7 (64bit versi tidak akan bekerja) minimum CPU 1GHz serta 512MB RAM, tidak mendukung penggunaan Video Card dengan RAM 32MB (besar file G-code, terutama file 3D akan memerlukan kartu video dengan RAM 512MB atau lebih tinggi).

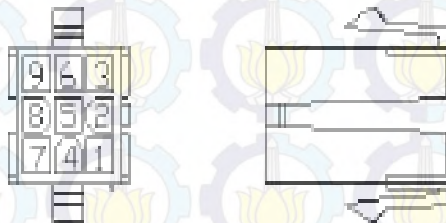
4.5 Pengkabelan Motor Servo dan Driver

Simulator CNC dengan motor servo AC membutuhkan wiring untuk Power supply, motor, encoder dan controller. Pada masing-masing komponen elektrik mempunyai wiring sendiri-sendiri. Wiring ini terdapat pada driver motor untuk konektor-konektornya. Wiring yang banyak terhubung pada kabel CN1. Pada CN1 ini nantinya terhubung dengan breakoutboard yang akan dihubungkan ke komputer. Pada CN2 ini terhubung langsung ke encoder. Untuk powersupply terhubung ke konektor L1, L2, R, S dan T. Sedangkan motor terhubung ke konektor U, V dan W.



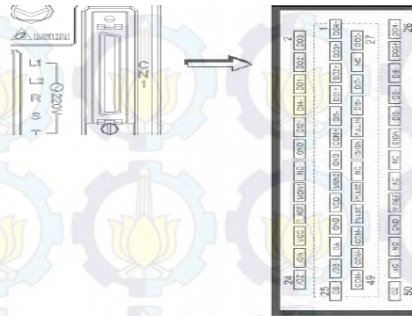
Gambar 4.9 Housing Power motor 4 kabel

Connector 4 pin ini digunakan pada pengkabelan suply daya dari driver motor servo AC ke motor servo AC.



Gambar 4.10 Quick Connector HOUSING: AMP (1-172161-9) Encoder

Connector 9 pin ini digunakan pada pengkabelan encoder dari driver motor servo AC ke motor servo AC



Gambar 4.11 CN 1 dengan 50 Pin

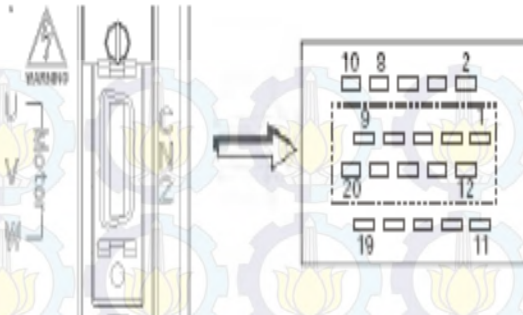
Port CN1 digunakan sebagai input ke driver dari Breakoutboard yang telah di kirim dari command Mach3 pada komputer.

Identifikasi sinyal pada terminal CN1

Pada wiring dari driver ke breakoutboard pin pada CN1 dapat diketahui melalui pengidentifikasian pada manual .

2	DO3-	Digital output	1	DO4+	Digital output	27	DO5-	Digital output	26	DO6-	Digital output
4	DO2-	Digital output	3	DO3-	Digital output	29	NC	No Connection	28	DO6+	Digital output
6	DO1-	Digital output	5	DO2+	Digital output	31	DI7-	Digital input	30	DI6-	Digital input
8	DI4-	Digital input	7	DO1+	Digital output	33	DI5-	Digital input	32	DI6+	Digital input
10	DI2-	Digital input	9	DI1-	Digital input	35	PULSE	Pulse applied power	34	DI3-	Digital input
12	GND	Analog input signal ground	11	COM5	Power input (12-24V)	37	PSIGN	Position sign (-)	36	SIGN	Position sign (+)
14	NC	No Connection	13	GND	Analog input signal ground	39	NC	No Connection	38	NC	No Connection
16	MON1	Analog monitor output 1	15	MON2	Analog monitor output 2	41	PULSE	Pulse input (-)	40	NC	No Connection
18	T. REF	Analog torque input	17	VDD	+24V power output (for internal ICs)	43	PULSE	Pulse input (+)	42	V. REF	Analog speed input (+)
20	VCC	+12V power output (for analog commands)	19	GND	Analog input signal ground	45	COM	VDD(24V) power ground	44	GND	Analog input signal ground
22	IOA	Encoder A pulse output	21	IOA	Encoder A pulse output	47	COM	VDD(24V) power ground	46	NC	No Connection
24	IOZ	Encoder Z pulse output	23	IOB	Encoder B pulse output	49	COM	VDD(24V) power ground	48	IOZ	Encoder Z pulse output
			25	IOB	Encoder B pulse output				50	IOZ	Encoder Z pulse output

Gambar 4.12 Penjelasan pin CN1



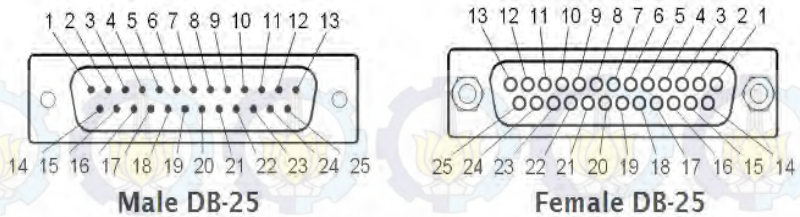
Gambar 4.13 CN2 dengan 20 Pin

Identifikasi sinyal pada terminal CN2

PIN No.	Signal Name	Terminal Identification	Military Connector	Quick Connector	Description	Color
2	/Z phase input	/Z	G	6	Encoder /Z phase output	Yellow/Black
4	/A phase input	/A	B	4	Encoder /A phase output	Blue/Black
5	A phase input	A	A	1	Encoder A phase output	Blue
7	B phase input	B	C	2	Encoder B phase output	Green
9	/B phase input	/B	D	5	Encoder /B phase output	Green/Black
10	Z phase input	Z	F	3	Encoder Z phase output	Yellow
14, 16	Encoder power	+5V	S	7	Encoder 5V power	Red & Red/White
13, 15	Encoder power	GND	R	8	Grounding	Black & Black/White
	Shielding	Shielding	L	9	Shielding	Shielding

Gambar 4.14 Penjelasan pin CN2

Pada wiring dari driver ke motor CN2 berguna sebagai output ke encoder motor servo AC.



Gambar 4.15 Connector DB 25

Penggunaan connector db25 ini dikarenakan pada pemakaian breakoutboard serta komputer yang menggunakan port paralel dengan pin 25(db25)

4.6 Urutan Menjalankan Gerak Sumbu

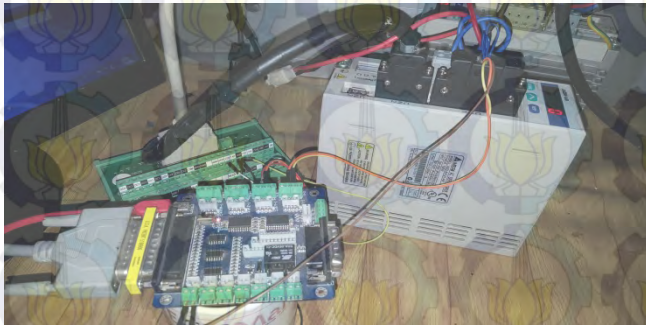
Dalam menjalankan gerak sumbu simulator CNC menggunakan mode kontrol posisi pada driver motor. Setiap motor mempunyai driver sendiri-sendiri sehingga harus mengatur satu per satu driver motornya. Tahapannya sebagai berikut :

1. Sebelum menyalakan periksa pengkabelan masing-masing pada *port*-nya. Kenali dahulu tombol pada driver motor seperti gambar dibawah ini :



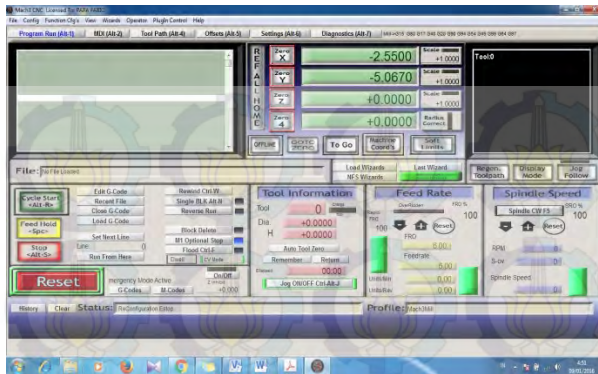
Gambar 4.16 Tombol pada driver motor
(*Sumber : ASDA-AB User Manua,2010*)

2. Setelah itu salurkan aliran listrik melalui steker. Kemudian nyalakan saklar pada posisi ON.
3. Tunggu nyala monitor driver motor. Setelah nyala lakukan pengecekan.
4. Bila motor servo sudah nyala (aktif) maka tidak dapat diputar secara bebas.
5. Kemudian hubungkan *connector CN1* dengan *Breakout Board*.



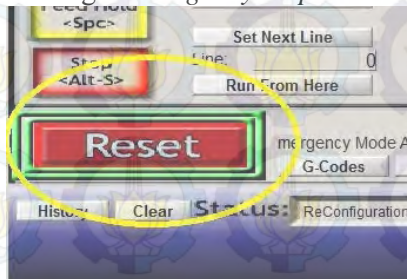
Gambar 4.17 CN1 – Terminal Block – Breakout board.

6. Pada kabel yang terhubung dengan pin *SIGN* di CN1 dihubungkan pada port *direct* pada *Breakout Board* dengan penamaan *XD* (bila pada sumbu X). Sedangkan kabel dengan pin *PULSE* di CN1 dihubungkan dengan port *step* pada *Breakout Board* dengan penamaan *XS* (bila pada sumbu X)
7. Lakukan prosedur yang sama pada sumbu Y dengan menghubungkan *driver* dan *Breakout Board* namun pada pemasangan pada port – port yang digunakan untuk gerak sumbu X.
8. Selanjutnya hubungkan *Breakout Board* pada komputer dengan konektor db25 sebagai port masukan dan keluaran dan kabel dengan port usb sebagai supply daya.
9. Buka *Mach3* dan cek pengaturan sebelumnya.



Gambar 4.18 Tampilan Awal Mach3

10. Klik tombol reset pada tampilan awal *Mach3* untuk menonaktifkan fungsi *Emergency Stop*.



Gambar 4.19 Tombol Reset

11. Setelah fungsi *Emergency Stop* dinonaktifkan CNC dapat dioperasikan.

4.7 Percobaan Gerak MDI, dan Load G – Code

1. Pada mode MDI software *Mach3* kita melakukan dengan memilih tab *MDI* pada layar software *Mach3*. Berikut tahapan mode MDI:

- Buka *Mach3* lalu pilih tab *MDI*



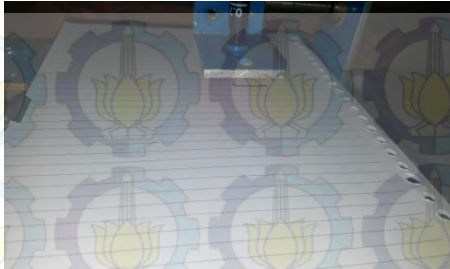
Gambar 4.20 Tampilan MDI mode *Mach3*

- Pada mode *MDI* kita dapat memulai dengan memasukkan perintah pada kolom *input* sesuai dengan code pada ringkasan kode yang ada dalam software *Mach3*.
- Misal untuk menjalankan sumbu X sejauh 50mm pada arah negatif maka masukan yang di tulis pada kolom input adalah X-50, lalu enter.
- Maka pada sumbu X akan bergerak ke arah X negatif sejauh 50mm.

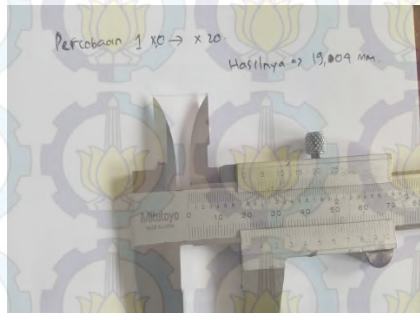


Gambar 4.21 Masukan pada percobaan *MDI*

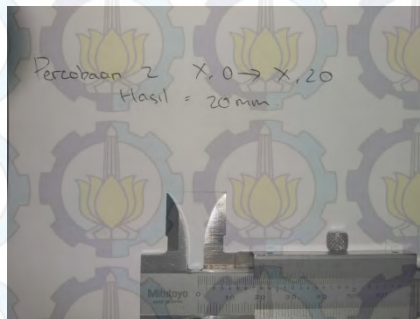
- Hasil yang didapat pada percobaan ini dapat dilihat dari gambar dibawah ini



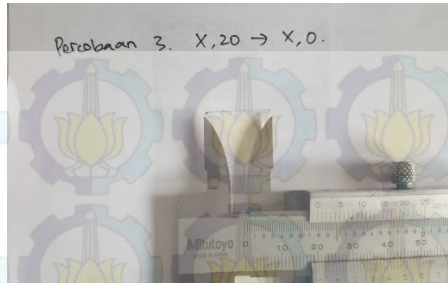
Gambar 4.22 Proses gerak MDI



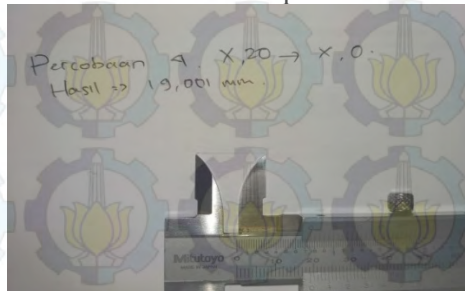
Gambar 4.23 Hasil percobaan 1



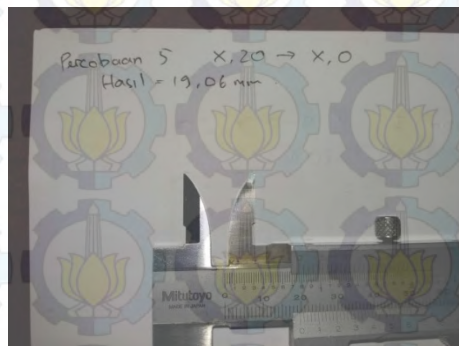
Gambar 4.24 Hasil percobaan 2



Gambar 4.25 Hasil percobaan 3



Gambar 4.26 Hasil percobaan 4



Gambar 4.27 Hasil percobaan 5

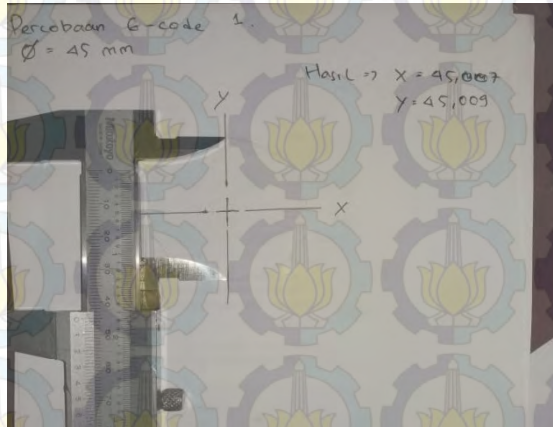
- Pada Pada pengukuran hasil percobaan didapat gerak sumbu X sejauh 19,23mm, dengan garis yang terbentuk bergelombang. Selisih pada masukan dalam kolom input dan hasil sebesar $\pm 0,77\text{mm}$.
2. Load G – Code merupakan salah satu fitur pada *Mach3* yang memudahkan pengguna untuk pengerjaan benda kerja yang sudah tersimpan maupun benda kerja yang berekstensi yang mampu dibaca oleh program G – code itu sendiri.
- Setelah membuka software *Mach3* pengguna dapat memilih beberapa cara untuk mengakses file G – code.
 - Pada percobaan kali ini G – code yang digunakan merupakan cam yang merupakan fitur bawaan dari instalasi software *Mach3* itu sendiri untuk memudahkan percobaan.
 - Akses G – code dapat dilakukan dengan menekan tombol *Load Wizard* pada tampilan awal.



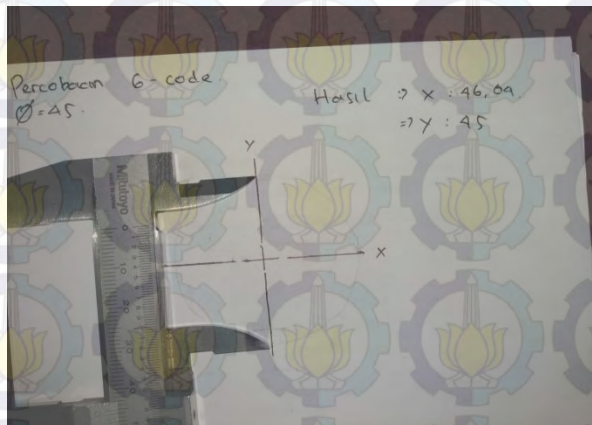
Gambar 4.28 Fitur Load Wizard.

- Pada load wizard dipilih *cut circle* sebagai percobaan gerak G – code.

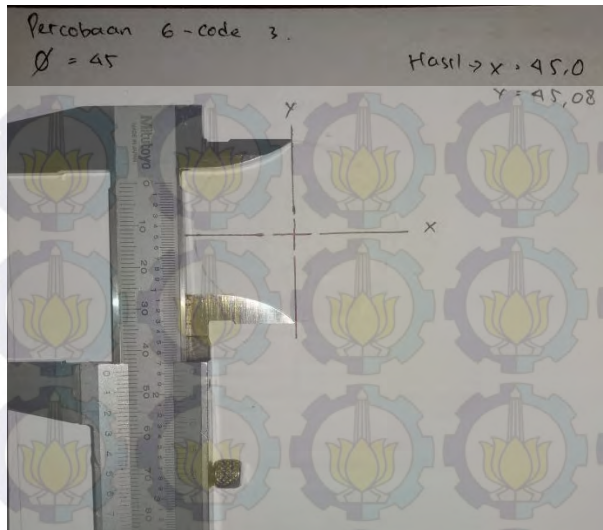
- Pada gerak cut circle terdapat pergerakan sumbu X, Sumbu Y, dan Sumbu Z. Namun pengamatan hanya tertuju pada sumbu X dan sumbu Y saja.
- Pergerakan menghasilkan gambar sebagai berikut



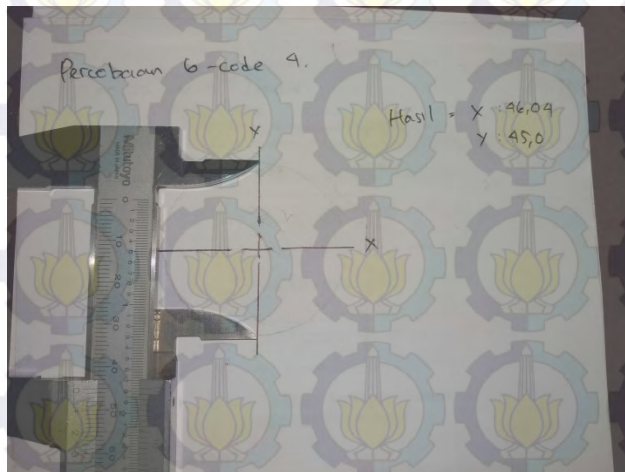
:Gambar 4.29 Hasil pekerjaan G – code 1



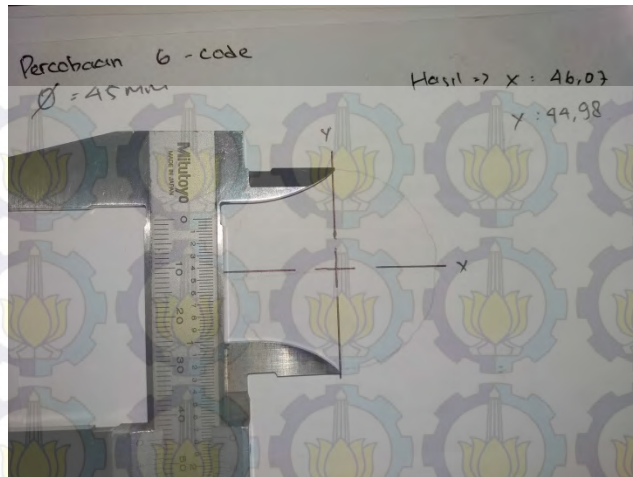
Gambar 4.30 Hasil pekerjaan G – code 2



Gambar 4.31 Hasil pekerjaan G – code 3



Gambar 4.32 Hasil pekerjaan G – code 4



Gambar 4.33 Hasil pekerjaan G – code 1

- Pada pengerjaan G code dengan pengaturan diameter sebesar 45 mm menghasilkan bentuk lingkaran yang tidak sempurna. Pada diameter sumbu X menghasilkan diameter rata – rata sebesar 45,44mm, dan pada sumbu Y menghasilkan diameter rata - rata sebesar 45,03mm, sehingga memiliki selisih $\pm 0,44\text{mm}$ pada sumbu X dan $\pm 0,03$ pada sumbu Y dengan program G – code yang ditentukan.

4.8 Perhitunagn

Pulsa driver motor diatur pada step per unit pada pengaturan motor tuning *Mach3*.

Step per unit = 5397,966

Putaran Motor = 360°

Maka dapat dicari keakurasian putaran pada motor servo AC dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Derajat Putaran}}{\text{Step per unit}}$$

$$\text{Akurasi} = \frac{360^\circ}{5397,966} = 0,06669^\circ$$

Ini dapat diartikan bahwa pada 1 putaran penuh gerak motor servo AC dapat mengalami kesalahan sebesar 0,06669



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil Tugas Akhir yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan:

1. Dihasilkan wiring, pengaturan driver serta pengoperasian Mach3.
2. Simulator CNC 3 sumbu mampu dikendalikan secara komputasi pada sumbu X dan Y.
3. Dari hasil percobaan gerak MDI, dan Load G – Code, didapatkan data sebagai berikut:
 - Pada pengukuran hasil percobaan didapat gerak sumbu X sejauh 19,23mm, dengan garis yang terbentuk bergelombang. Selisih pada masukan dalam kolom input dan hasil sebesar $\pm 0,77\text{mm}$.
 - Pada pengerjaan G code dengan pengaturan diameter sebesar 45 mm menghasilkan bentuk lingkaran yang tidak sempurna. Pada diameter sumbu X menghasilkan diameter rata – rata sebesar 45,44mm, dan pada sumbu Y menghasilkan diameter rata - rata sebesar 45,03mm, sehingga memiliki selisih $\pm 0,44\text{mm}$ pada sumbu X dan $\pm 0,03$ pada sumbu Y dengan program G – code yang ditentukan.

5.2 Saran

1. Menyempurnakan pergerakan pada ulir dan mengganti poros (gandar) dengan bantalan gelinding untuk menghilangkan backlash.
2. Penyempurnaan pada desain mekanik yang bertujuan untuk meredam getaran motor sehingga meningkatkan ketelitian gerak pada setiap sumbu.

3. Penambahan motor sebagai spindle agar mampu melakukan gerak pemakanan pada benda kerja.
4. Melakukan penggabungan motor servo dan motor stepper pada wiring sesuai dengan kebutuhan gerak.
5. Menerapkan penggunaan Mach3 pada mesin – mesin konvensional (bukan simulator).

LAMPIRAN



Hasil Percobaan MDI

Percobaan	Hasil
1	19,04 mm
2	19,04 mm
3	20,00 mm
4	19,10 mm
5	19,06 mm
Rata –rata	19,356

Hasil Percobaan G – code

Percobaan	Sumbu X	Sumbu Y
1	45,07	44,98
2	45,04	45
3	45	45,08
4	46,04	45
5	46,07	45,09
Rata -rata	45,44	45,03

LAMPIRAN

Model: ECMA Series	C304	C306	C308	C310
	01	02	04	07
Rated output power (kW)	0.1	0.2	0.4	0.75
Rated torque (N-m) *1	0.32	0.64	1.27	2.39
Maximum torque (N-m)	0.96	1.92	3.82	7.16
Rated speed (r/min)			3000	
Maximum speed (r/min)			5000	
Rated current (A)	0.9	1.55	2.6	5.1
Maximum current (A)	2.7	4.65	7.8	15.3
Power rating (kW/s) (without brake)	27.7	22.4	57.6	48.4
Rotor moment of inertia (x10 ⁻³ kg.m ²) (without brake)	0.037	0.177	0.277	1.13
Mechanical time constant (ms) (without brake)	0.75	0.80	0.53	0.62
Torque constant-KT (N-m/A)	0.36	0.41	0.49	0.47
Voltage constant-KE (mV/(r/min))	13.6	16	17.4	17.2
Armature resistance (Ohm)	9.3	2.79	1.55	0.93
Armature inductance (mH)	24	12.07	6.71	3.53
Electrical time constant (ms)	2.58	4.3	4.3	9.3
Insulation class	Class A (UL), Class B (CE)			
Insulation resistance	100MΩ, DC 500V			
Insulation strength	AC 1500 V, 60 seconds			
Weight (kg) (without brake)	0.5	1.2	1.6	3.0
Weight (kg) (with brake)	0.8	1.5	2.0	3.8
Max. radial shaft load (N)	78.4	196	196	245
Max. thrust shaft load (N)	39.2	88	88	98
Power rating (kW/s) (with brake)	25.6	21.3	53.8	48.4
Rotor moment of inertia (x10 ⁻³ kg.m ²) (with brake)	0.04	0.192	0.30	1.18
Mechanical time constant (ms) (with brake)	0.81	0.85	0.57	0.65
Brake holding torque [N-m (min)]	0.3	1.3	1.3	2.5
Brake power consumption (at 20°C) [W]	7.2	6.5	6.5	8.2
Brake release time [ms (Max)]	5	10	10	10
Brake pull-in time [ms (Max)]	25	70	70	70
Vibration grade (µm)	15			
Operating temperature	0°C to 40°C (32°F to 104°F)			
Storage temperature	-10°C to 80°C (-14°F to 176°F)			
Operating humidity	20% to 90% RH (non-condensing)			
Storage humidity	20% to 90% RH (non-condensing)			
Vibration capacity	2.5G			
IP rating	IP65 (when waterproof connectors are used, or when an oil seal is used to be fitted to the rotating shaft (an oil seal model is used))			
Approvals	 			

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, **ASDA – AB Series User Manual :Advanced AC Servo Drive for General Purpose Applications**, Delta Electronics, Inc. , Revision 2010

Delcom Engineering. 2002. **USB I/O Programming Manual. Document Ver 1.6.**

All material © 2010-2015, CNCCookbook, Inc. “ **CNC Breakout Board**”. <http://www.cnccookbook.com/CCBreakoutBoards.htm>

Atvbarry, 2012. “**Delta AC Servo And Mach**”. www.machsupport.com/forum/index Diakses pada tanggal 02 Januari 2016

BIODATA PENULIS



Penulis mempunyai nama lengkap Moch Zaenul Arifin, dia lahir di Tuban pada tanggal 08 september 1993 dari pasangan Bapak Kasmuri dan Ibu Sriani. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Riwayat pendidikan penulis yaitu: TK Muslimat NU tahun 1998, SDN 1 Rengel 2000, SMPN 1 Rengel 2006 SMKN 1 Tuban 2009 dan Program Studi D3 Teknik

Mesin FTI - ITS Tahun 2012.

Selama kuliah di D3 Teknik Mesin, FTI-ITS penulis selain beraktivitas sebagai mahasiswa, juga seorang yang aktif ber-organisasi. Penulis telah mengikuti organisasi diantaranya adalah Staff Kewirausahaan HMDM, Staff Badan Semi Otonom Bengkel HMDM tahun kepengurusan 2012 - 2013, Ketua Departemen Kewirausahaan HMDM tahun kepengurusan 2013 - 2014.